

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

# 福建建瓯群变质岩和上侏罗统 火山岩区某些金矿类型成矿条件 的初步分析

王 义 为

(冶金工业部地球物理探矿公司研究所, 保定市)



本文通过对建瓯群变质岩和上侏罗统火山岩中金的丰度、活度的分析对比和对分散流异常的剖析,并借助于汞的热释谱测定、数理统计等方法,对分散流异常的异常源、矿化蚀变带,进行了含矿性评价。认为在建瓯群变质岩区,不易形成混合岩化-重熔岩浆热液型、变质-热液型金矿。在闽东-闽东南上侏罗统火山岩分布区不具备火山及次火山-热液型金矿的成矿条件。

## 一、建瓯群变质岩分布区某些成因类型金矿成矿条件分析

建瓯、建阳、顺昌等地的建瓯群变质岩区,常被列为混合岩化-重熔岩浆热液型和变质-热液型金矿床的成矿远景区。然而,这类金矿床的形成需具备:1.金的物质来源——矿源层;2.金活化、迁移的热动力条件——混合岩化或变质-热液;3.促使金沉淀的物理化学条件;4.有利金聚积富集的空间——构造条件。其中矿源层是一相当重要的条件。山东、浙江金矿,作为其矿源层的胶东群、陈蔡群变质岩,均具有较高的金丰度<sup>①</sup>。

冶金工业部福建地质勘探公司第二勘探队(以下简称闽冶二队)在建瓯开展水系沉积物测量的同时,进行了区域地球化学调查,以每平方公里一个点的设计密度采集岩石样品,然后选择无矿化、无蚀变的新鲜岩石样品,进行金等15种元素的定量分析(其中金,采用化学光谱法<sup>②</sup>,灵敏度0.2ppb),按时代、岩性,分别统计各地层、各类岩体被测元素的丰度(表1)。

由表1可见,建瓯群中金的丰度较已知矿源层低得多,只相当于克拉克值。

胶东群在混合岩化过程中,金的浓度由36ppb降至4.97ppb(玲珑混合花岗岩)和5ppb<sup>②</sup>(郭家岭混合花岗岩),这说明了胶东群在混合岩化过程中,有2/3以上的金被活化、迁移。这部分金在有利的物理化学环境和构造空间中富集成矿。但是,闽北建瓯群,不仅金的原始丰度低,而且,混合岩化作用一般不强烈,金浓度降低不足1ppb。这说明了建瓯群中金的活化性很差。

注:参加工作的有李永才、郝然、俞安群等。

① 刘汉忠、李富国、张伯春,1983,招掖地区金矿床的原生地球化学异常特征及找矿方法。地质与勘探,第9期,第61—70页。

② 样品数均为40,据刘汉忠等,1984,山东省招掖地区金矿床的原生地球化学异常特征及找矿方法评述。第二届勘查地球化学学术讨论会论文选编。

本文1988年8月收到,10月改回,季国容编辑。

表 1 建瓯群和矿源层 (胶东群、陈蔡群) 中金 的丰度 (ppb)  
 Table 1 The gold abundance (ppb) of Jian'ou group and mineral source layers  
 (Jiaotong group, Chencai group)

	建 瓯 群		胶 东 群 (山东)		陈蔡群 (浙江)		克拉克值
	AnZl	AnZd			变粒岩	片麻岩	
金的丰度	4.4	3.58	19.06	36	11.43	11.63	4
样品数	96	135	16	74	17	22	
资料来源	闽冶二队		山东地质六队	刘汉忠等	梁子豪等		秦勒 (1964)

建瓯群中虽已知有产于龙北溪组 (AnZl) 中段云英片岩、石英岩中的金矿, 但规模很小。根据以上金的丰度和活度分析, 笔者认为, 在建瓯群变质岩区, 不易形成混合岩化-重熔岩浆热液型和变质-热液型金矿床。

## 二、上侏罗统火山岩区火山及次火山-热液型金矿成矿条件分析

福建火山岩十分发育, 分布面积均占全省总面积的1/3, 主要集中在政和-大埔断裂以东的闽东、闽东南沿海一带。

国外已发现有特大型火山及次火山-热液型金矿 (如形成于中新世-更新世的日本菱刈金矿)。我国吉林、黑龙江、内蒙古的一些金矿, 均为产于上侏罗统火山岩和次火山岩中的火山及次火山-热液型金矿。福建属于这一类型的已知金矿点有上侏罗统长林组 (J<sub>3c</sub>) 中的小坑、翁坑、安村, 南园组 (J<sub>3n</sub>) 中的罗桥、溪口、高东等等。

吉林五凤上侏罗统金沟组火山喷出岩-安山岩和安山质岩石中金 的丰度为 20ppb, 次安山岩中金 的丰度为 22ppb (刘文达等<sup>①</sup>)。与金矿有关的前寒武纪变质基性火山岩建造中金 的丰度更高。福建上侏罗统火山岩的岩性以中-酸性、酸性为主, 据闽冶二队对建瓯东游以东地区的区域地球化学调查资料, 长林组 (J<sub>3c</sub>) 金的丰度为 1.29ppb, 南园组 (J<sub>3n</sub>) 为 1.63ppb。我们测得的惠安-仙游南园组金的丰度也只有 3.56ppb (因测定的样品中有星点状浸染的黄铁矿化凝灰熔岩样品, 故此值作为本底值有可能偏高), 这些含量均低于金的克拉克值, 更低于含矿的中生代火山岩中金 的丰度。

福建上侏罗统火山岩区, 金和多元素分散流异常比较普遍。建瓯县水北乡埭尾-翁坑-温洋-瓯头厂一带的分散流异常区, 几个地质单位都做过工作, 目前还在进行勘查, 该区引起分散流异常的异常源是具有相当规模的黄铁矿化硅化带和硅化脉。然而, 对这些地质体的含矿 (金) 性和上侏罗统火山岩地区赋矿 (金) 前景认识不同, 因此, 地质队伍几上几下。

异常源含矿性评价是异常评价工作的延伸, 因此, 我们对福建上侏罗统火山岩地区的某些重点化探异常和黄铁矿化硅化带、硅化体等异常源作了一些含矿 (金) 性的评价工作, 简述如下。

### 1. 对建瓯县埭尾-翁坑-温洋-瓯头厂黄铁矿化硅化带 (体) 含矿性的评价

(1) 金的分布特征 黄铁矿化硅化带和硅化体, 金的含量一般为 0.0n—0.n ppm。对黄铁矿化硅化带和硅化体样品进行是否存在微粒金的化学快速检验, 没有发现微粒自然金。在分散流

① 刘文达、胡连胜, 1984, 吉林五凤中低温火山热液型金矿床主要地质特征。金银矿产选集, 第二集, 冶金工业部黄金情报网。

异常范围内黄铁矿化硅化带强烈发育地段(石门)的水系中淘洗重砂, 未见自然金(但其下流方向水北河埭尾以西段有淘金者)。

(2) 黄铁矿单矿物汞的热释谱特征 由于汞和金的原子结构极为相似(表 2), 所以金、汞紧密共生。金的克拉克值为 4ppb, 浓集系数为  $10^3$  级。因此, 成矿过程往往是多次富集、多次矿化的结果。每次矿化作用均与一定温域相对应, 并伴有汞的析出。

有资料表明<sup>(3)</sup>, 正常(无矿)岩石, 汞的热释谱形态简单, 往往呈单峰状(图 1), 说明此类岩石中汞的存在形式比较单一, 热释峰所对应的温度, 便是岩石中原始存在状态的汞的热释温

表 2

	电子排布	离子电位	离子半径 (Å)
Au	$4f^{14}5d^{10}6s^1$	9.22, 19.95	$1.37 \times 10^{-10} \text{Au}^+$ , $0.9 \times 10^{-10} \text{Au}^{3+}$
Hg	$4f^{14}5d^{10}6s^2$	10.43, 18.65	$1.1 \times 10^{-10} \text{Hg}^+$

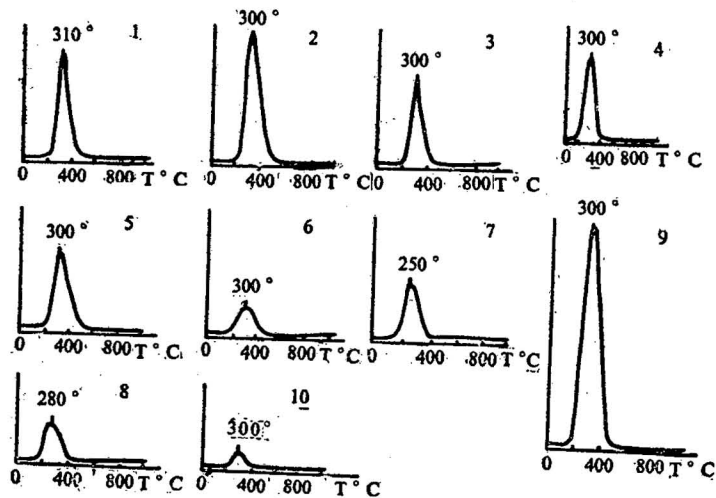


图 1 各类正常岩石汞的热释谱

Fig. 1 The thermal release spectra of mercury in various type of normal rocks

1—奥陶纪花岗岩和花岗闪长岩; 2—志留纪闪长岩; 3—二叠纪辉长岩; 4—寒武纪流纹岩; 5—奥陶纪安山岩; 6—寒武纪玄武岩; 7—石炭系砂岩; 8—前寒武系硅质岩类; 9—志留系灰岩; 10—前寒武系片麻岩

度。而各类矿床(同生沉积矿床除外)的矿石, 其汞的热释谱要复杂得多, 一般呈明显的多峰状(图 2), 说明这些样品中, 汞呈多种存在形式。因此, 可利用汞的热释谱进行含矿性评价。

我们和冶金工业部物探公司仪器厂测汞仪组的同志一起, 用新试制的 JM-3 型测汞仪, 对异常区内黄铁矿化硅化带中的各种黄铁矿, 作了汞的热释谱测定。因为使用的是金膜型测汞仪, 所以采用金丝管捕集的非直接热释法, 为了检测的可靠程度, 我们从所测定的样品中选择 10 件, 委托地质矿产部地球物理地球化学勘查研究所作重复测定, 该所采用连续升温、直接热释、原子吸收型测汞仪测试, 自动记录的连续热释法。

图 3 是该所测定的十个单矿物, 汞的连续热释谱, 谱线的形态与我们测定的结果是一致的。图中 No. 10 为安徽已知与金矿化有关的样品, No. 1-9 为本区的样品, 其中 No. 2 为裂隙充填状黄铁矿, 样品含金 0.310ppm, No. 3 稠密浸染状黄铁矿, 含金 3.03ppm, 这两个黄铁矿单矿物汞的热释谱呈非单峰状, 但峰值和谱线的复杂程度与已知金矿区的黄铁矿相比, 有明显区别。其余的

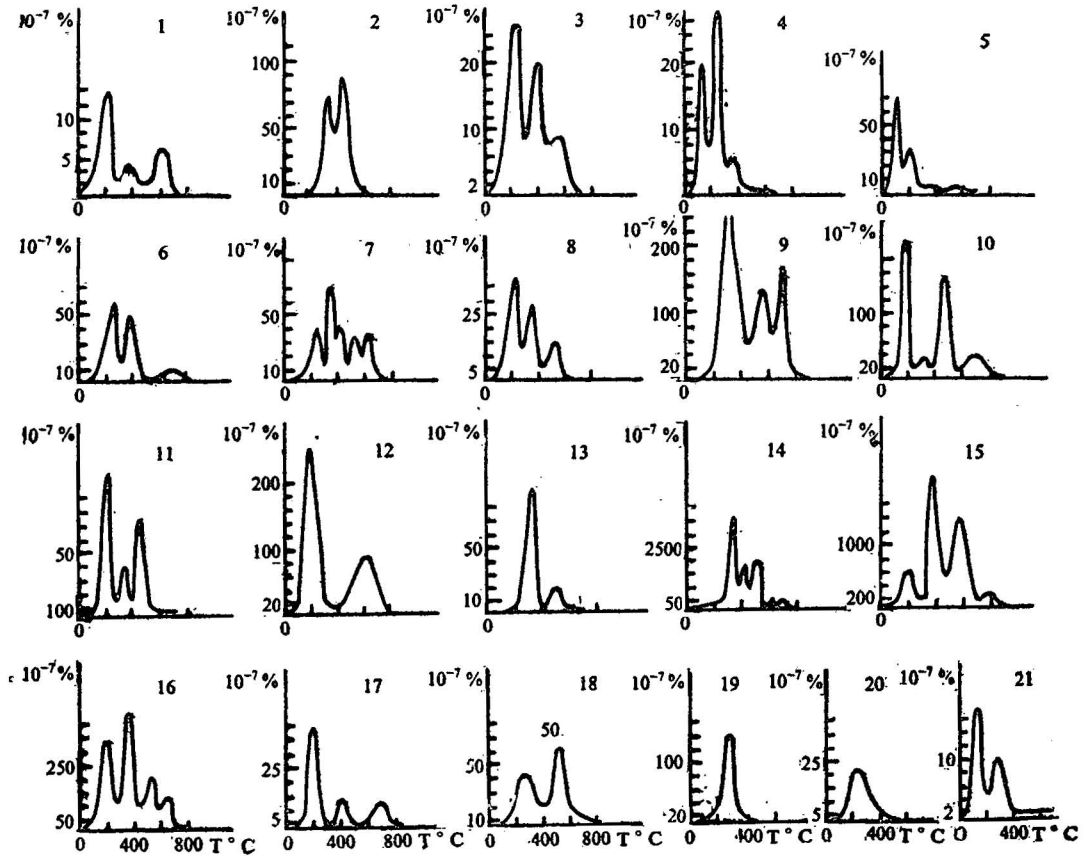


图 2 各类矿床矿石汞的热释谱

Fig. 2 The thermal release spectra of mercury in various type of ores

a. 岩浆矿床: 1—铬矿床; 2—铜—镍矿床; b. 伟晶矿床: 2—铍矿床; 4—压电石英矿床; c. 硅酸盐岩类矿床: 5—云母矿床; d. 砂卡岩矿床: 6—铁矿床; 7—铜矿床; e. 云英岩类矿床: 8—钨矿床; f. 热液矿床: 9—铅矿床; 10—金矿床; 11—萤石矿床; g. 远成热液矿床: 12—金矿床; 13—金—铋矿床; h. 黄铁矿型矿床: 14, 15—铜矿床; 16—铜矿床; i. 变质矿床: 17—铁矿床; 18—锰矿床; j. 沉积矿床: 19—铝土矿; 20—磷矿; k. 风化矿床: 21—镍矿床

样品, 汞的热释谱均为平直—单峰状, 属无矿型, 样品含金的范围为0.017—0.065ppm。

(3) 元素间的相关关系 各种类型的金矿, 均有其特征的元素组合和相关性, 火山岩金矿, 金与银、铅、锌、铜密切相关。我们在异常区范围内, 精心选取了25件蚀变、矿化的岩(矿)石样品, 进行了18个元素定量分析数据的相关分析。分析结果表明, 金与上述元素间的相关关系为:

$$r_{Au-Ag} = -0.1044, \quad r_{Au-Pb} = 0.0145$$

$$r_{Au-Zn} = -0.0744, \quad r_{Au-Cu} = 0.1191$$

均低于临界值 ( $r_0 = 0.396$ ,  $\alpha = 0.05$ )<sup>[4]</sup>。从而说明了它们间无相关性, 也就是不符合火山岩地区金矿, 金、银、铅、锌、铜密切相关的已知规律。又因为黄铁矿化硅化带中金的含量甚低 (0.0n—0.nppm), 而银与铋 (0.9283)、锌 (0.8757)、镍 (0.7513)、镉 (0.6480)、砷 (0.4149) 的相关系数均大于临界值呈显著正相关, 从而可以说明, 本区的黄铁矿化硅化带只是与非富金的矿化热液有关。

笔者也注意到, 在异常区内, 新发现的黄铁矿化硅化带的某些部位, 样品中其金的含量较高 (表3), 而且, 本异常区是建瓯东游测区中生代火山岩区, 目前认为分散流异常最好, 矿化蚀变

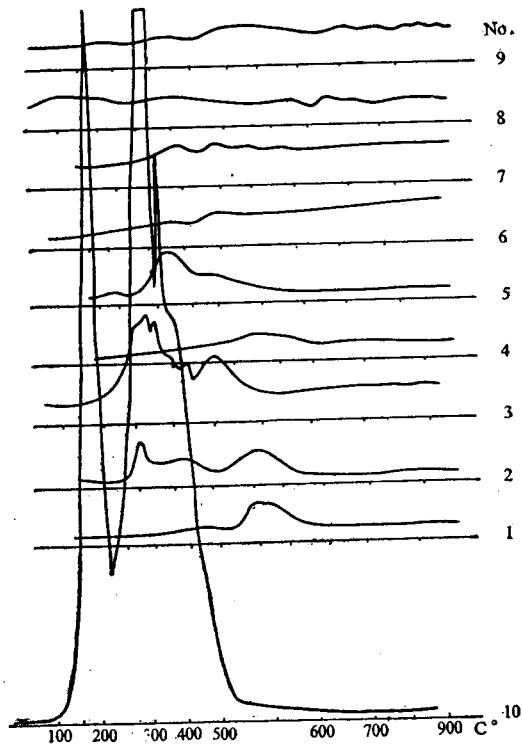


图 3 黄铁矿汞的热释谱

Fig. 3 The thermal release spectra of mercury in pyrite  
(地质矿产部地球物理地球化学勘查研究所测定)

表 3

样 号	Au 含量 (g/t)	样 长 (m)
H510	7.86	0.65
H513	10.79	1.00
H556	14.29	0.90

带最为发育，已知矿点较多的一个地区。但是，笔者根据：长林、南园组中金的丰度极低；矿化蚀变带中的元素组合和相关关系；黄铁矿单矿物汞的热释谱；火山岩地区，硅化带中金等元素分布不均匀，出现个别高含量样品，而不成矿的情况并不罕见等，认为异常区内只存在零星金矿化而无金矿床赋存。目前，该区金的相应高含量地段，正在进行地表揭露和布置硐探，上述见解正确与否，将能得到检验。

## 2. 惠安—仙游上侏罗统分布区的含矿（金）性评价

南安—惠安—仙游一带在1981—1983年期间曾进行了1802km<sup>2</sup>, 1/50 000 水系沉积物测量，共发现异常76处。其中位于枫亭西南，南园组分布区内的大林山银、铅、锌等多元素异常，元素组合、异常强度、规模等项指标均比较好，只是当时金的分析灵敏度为0.03ppm，所以数据报出率极低。因异常位处火山岩区，且附近地区有含金硅化脉或石英脉多处，如仙游郊尾的新厝、泉州罗溪的格溪园，仙游的溪口、后厝等。所以在近年来的找金矿工作中，再次引起重视。

大林山分散流异常区的南园组，其特征与建瓯东游测区的十分相似，凝灰熔岩中也含有稀疏

浸染的自形黄铁矿,也发育有黄铁矿化硅化带。异常范围内铁锰质矿染岩石十分发育,园庄附近有含黄铁矿的碳质页岩( $J_3n^b$ )。踏勘中初步认为,这些地质体都可能是形成分散流异常的异常源,经过对这些地质体的采样分析,发现未风化的黄铁矿化硅化带、石英脉、碳质页岩,金、银、锌、铅、锰等元素的含量均不高,而铁-锰质矿染岩石、铁矿石,尤其是其风化产物,这些元素的含量比较高。我们选取25件岩石样品,进行了16种元素(定量数据)的相关分析。结果表明,金与某些元素的相关系数:

$$r_{Au-Ag} = -0.1019, r_{Au-Pb} = 0.1865$$

$$r_{Au-Zn} = 0.2194, r_{Au-Cu} = 0.1096$$

均小于 $r_0 = 0.396$ ,从而说明无相关性,不符合火山岩地区金矿金与银、铅、锌、铜密切相关的特点。而锰与银(0.4044)、铅(0.6192)、锌(0.5423)等形成分散流异常的元素相关性显著。从而说明了分散流异常与区内有相当规模的铁-锰矿化有密切关系。

此外,我们在异常区范围内,选取了前人采集的水系沉积物样品的副样568件,进行了金(化学光谱法,灵敏度0.2ppb)、银、砷、铜、铅、锌、锰、钼等共15种元素的定量分析,结果表明,原异常区内无高值金异常,银、铅、锌、钼等元素的异常与原来根据半定量数据圈定的异常基本一致。在多元素组合异常的异常源部位,布置了两条土壤地球化学剖面,也未发现金异常。

上述情况表明,大林山一带的银、铅、锌等多元素分散流异常是铁-锰矿化引起的。铁-锰矿石和风化的铁-锰矿石含金量为0.0n—0.nppm,可局部形成低值异常。但区内不存在火山及次火山-热液型金矿床。

### 三、对西坳金矿成矿条件的初步分析

处于中生代火山岩盆地中的西坳、安村一带,区内除分布上侏罗统火山岩外,还出露前震旦系麻源组变质岩。有资料报道,区内已发现金矿化点(指地表拣块样含AC0.1—1.0g/t)24处,矿化体(指地表工程揭露,刻槽样含Au>1.0g/t)14个,在矿化体中圈出矿体(Au>1.0g/t)12个。矿体、矿化体多为产于麻源组、上侏罗统或两者接触部位的绢英岩化带、绢英岩化砂岩、石英脉、硅化黄铁矿化石英片岩。地表绢英岩化带最宽达34m,单样最高品位7.67g/t(Au)。

根据上列数据,似乎对该区找金前景可十分乐观,但是,笔者在踏查中发现:

1. 本区硅化带(绢英岩带)虽然规模甚大,硅化强度很高,但十分致密(仙游溪口金矿点的黄铁绢英岩与此类同);

2. 区内黄铁矿化虽然比较普遍,而岩石中稀疏浸染的自形黄铁矿,如同建瓯、仙游所见,与金矿化无关。硅化带(绢英岩带)矿化地段,原生金属硫化物种类十分单一,地表几乎只有黄铁矿,而且黄铁矿的产出状态十分单调;

3. 某些地表样品,金的高含量与褐铁矿有关,为金的表生残余富集所致。

我们在西坳、安村,除采集少量(31件)地表岩石化学样品外,还对西坳本区9个钻孔(总进尺2256m),作了金、砷、银、汞等16种元素定量分析的钻孔原生晕测量(总计279件岩心样),但是,只见局部矿化引起的含量跳跃,没有发现金矿原生晕前缘、后尾,上、中、下元素分带性的一般规律及深部有金矿体赋存的异常信息。笔者认为,该区仍需进行地层、构造、岩浆岩等方面的基础地质工作,查明金矿成矿的基本条件,如岩石中金的丰度。区内中酸性小岩体较多,大多数矿化体和矿化点在小岩体附近,有的小岩体附近还有较强的金的分散流异常,应对小岩体进行产状、岩性和金的丰度等方面的调查,了解其作为提供金的物质来源和作为促使金活化迁移的热动力源的可能性。查明这些情况,对西坳含矿性评价及其外围找矿,都具有重要意义。

笔者注意到在金矿矿藏预测的文献中，屡有将“浙南—闽北前寒武系变质岩区”和“浙—闽—粤中生代火山岩带”划为所述成因类型金矿的成矿远景区。的确，陈蔡群和建瓯群在时代、岩性等某些方面可互相比拟，闽东—闽东南也确可划入东南沿海或包括东北三省在内的我国东部中生代火山岩金矿成矿区，乃至环太平洋金矿成矿带。笔者也注意到将福建全省金矿划分为四类七型，并在全省划出各级金矿成矿区50多处的报道<sup>①</sup>。

然而，本文仅是笔者在福建短期工作之后，对文中所提及的一些局部地区，预测无混合岩化—重熔岩浆热液型、变质—热液型和火山及次火山岩—热液型金矿的初步分析。文中点滴实际资料和某些肤浅认识，借此地苑论坛和同志们交流、商榷，希望在论评中深化认识，乃至判别是非。

谨向在工作中给予热情帮助的闽冶二队的同志们致以诚挚的谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 梁子豪、朱清涛、韩梦合、夏宁安、王雁宾、俞文娟、张银珍，1985，浙江治岭头金—银矿床成矿条件的研究。地质论评，第4期，第330—338页。
- [2] 蒋建华、陈方伦、马重光，1984，化学光谱法测定超痕量金及其在区域化探工作中的应用。物探与化探，第2期，第80—87页。
- [3] 王义为，1985，土壤热释汞方法讨论。桂林冶金地质学院学报，第5卷，第1期，第79—84页。
- [4] 中国科学院数学研究所数理统计组编，1974，回归分析方法。科学出版社。

## CONTIDIONS OF FORMATION OF SOME GOLD ORE TYPES IN THE METAMORPHIC TERRANE OF THE JIAN'OU GROUP AND THE UPPER JURASSIC VOLCANIC TERRANE IN FUJIAN

Wang Yiwei

(Geophysical prospecting Co., Ministry of Metallurgical Industry, Baoding)

### Abstract

The Jian'ou Group metamorphic terrane in northern Fujian and the Upper Jurassic volcanic terrane in eastern and southeastern Fujian are often considered as metallogenic prospect areas of migmatization-anatectic magmatic hydrothermal type, metamorphic-hydrothermal type and volcanic and subvolcanic-hydrothermal type gold ore deposits.

1. The gold abundance of the Jian'ou Group is 4.4 ppb (AnZl) and 3.58 ppb (AnZd), only corresponding with the Clarke value (4 ppb, Taylor, 1964), but it is greatly lower than that in the known source bed—the Jiandong Group and Chencai Group. 2. The migmatization of the known source beds (e. g. the Jiaodong Group) was strong, more than 2/3 of the gold was remobilized during the process of migmatization; on the other hand, the migmatization of the Jian'ou Group was weaker and the concentration of gold was not notable around migmatitization. 3. The gold abundance in Upper Jurassic volcanic rocks is very low, being only 1.29 ppb (J<sub>3c</sub>) and 1.63 ppb (J<sub>3n</sub>), while the gold abundance in the Upper Jurassic

① 中国地质报1988, 2, 15, «福建地矿局完成金铁远景区划»。

Jingoulin Formation volcanic and subvolcanic rocks of the Wufeng gold deposit in Jilin is 20 ppb and 22 ppb. 4. The evaluation of the gold potentiality of the mineralized-altered belts causing dispersion flow anomalies shows that: (1) the thermal release spectra of mercury belong to the barren type; (2) mineralized-altered belts have no element assemblage or correlation of gold ore in the known volcanic terrane, and (3) the pyritization-silicification belts in eastern Fujian is only related to mineralized hydrothermal fluids which contain less gold and the Dalinshan anomaly along Huian-Xianyou is mainly caused by iron-manganese mineralization. 5. Some high gold concentration has a bearing on supergene residual concentration.

Therefore the author concludes that in the metamorphic terrane of the Jian'ou Group and the Upper Jurassic volcanic terrane in eastern and southeastern Fujian there exists sporadic fold mineralization due to original inhomogeneous distribution of elements and hydrothermal alteration, but there seem not exist gold deposits of migmatized-anatectic magmatic hydrothermal type and volcanic and subvolcanic-hydrothermal type.

#### 作 者 简 介

王义为，生于1938年4月，1962年毕业于北京地质学院地球物理与地球化学探矿专业，现任冶金工业部地球物理探矿公司研究所高级工程师，从事地球物理与地球化学探矿研究。通讯地址：河北省保定市韩村路口冶金工业部物探公司研究所。